

УДК 669.71..621.74

КАЧЕСТВО ОТЛИВОК ИЗ СПЛАВА АК12 ПО ИНДЕКСУ ПЛОТНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТУ ПОРАЖЕННОСТИ ОКИСНЫМИ ПЛЕНАМИ

Антонов М.М., Богданова Т.А., Орелкина Т.А., Чеглаков А.В.

научный руководитель: канд. техн. наук Орелкина Т.А.

Сибирский федеральный университет, ООО «K&K»

Актуальной задачей современной автомобильной промышленности является повышение механических и эксплуатационных свойств литых дисков из сплава АК12. Одной из основных причин, понижающих свойства отливок, является газонасыщенность сплава, которая определяется взаимодействием расплава с влагой и газами окружающей среды, футеровкой печи, составляющими шихты и др. Особую проблему в отливках алюминиевых сплавов представляет растворимый в жидком алюминии водород. Водород с алюминием химических соединений практически не образует, он находится в расплаве в виде пор, заполненных молекулярным водородом. Источником водорода в алюминиевых сплавах является, главным образом, водяной пар. Вследствие того, что давление газа в порах меньше чем атмосферное, то при затвердевании они остаются в расплаве, и образуют в отливках газовую пористость, тем самым, ухудшая механические и эксплуатационные свойства отливок.

При приготовлении расплава происходит взаимодействие алюминия с кислородом атмосферы, и образование химического соединения $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Оксид алюминия в расплаве присутствует в виде взвесей и плен, которые поглощают 1...2 % влаги, и адсорбируют водород. Большое количество неметаллических включений в виде оксида алюминия, содержащих водород, образуют в отливках газовую пористость, что приводит к снижению их эксплуатационных свойств.

Таким образом, при производстве отливок из алюминиевых сплавов необходим контроль содержания водорода в сплавах, который может производиться, например, методом вакуумной экстракции и также косвенным методом по индексу плотности проб из расплава при разряженном и атмосферном давлении.

В данной работе было проведено исследование зависимости индекса плотности от температуры рафинирования сплава АК12, и определение загрязнённости металла окисными пленами по технологической пробе.

Процесс рафинирования производят для очистки расплава от неметаллических включений, оксидов и водорода за счет продувки расплава чистым аргоном, и добавками флюсов. Температура рафинирования в работе изменялась от 730 до 780 °С. После очистки расплава значения индекса плотности проб должны составлять 1-4 %.

После измерения индекса плотности проб из сплава АК12, проведен корреляционный анализ экспериментальных данных и получена

зависимость индекса плотности от температуры рафинирования, которая представлена на рис. 1.

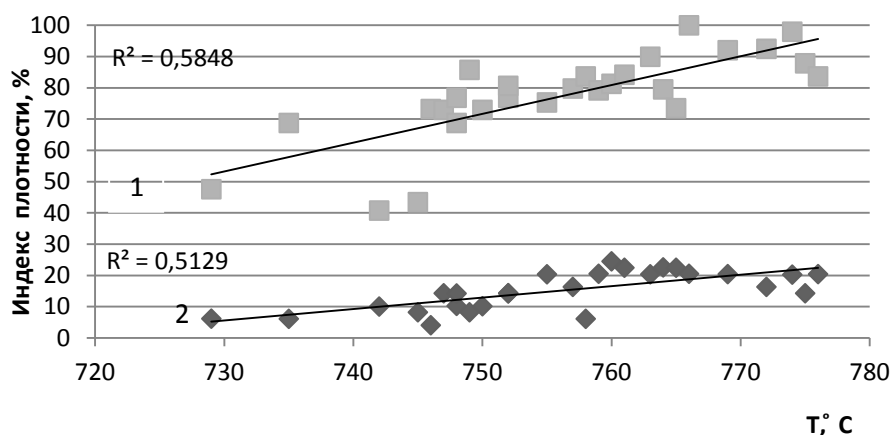


Рис. 1. Зависимость индекса плотности от температуры рафинирования расплава, 1- до дегазации; 2- после дегазации

Проведенные мероприятия по очистке расплава позволили снизить индекс плотности почти на 90% относительно нерафинированного расплава. Из графика следует, что рост индекса плотности сплава наблюдается с увеличением температуры рафинирования расплава, вследствие интенсивного поглощения газов из окружающей среды, что подтверждается литературными данными.

Известно, что влажность производственной атмосферы влияет на газонасыщение расплава. Построена зависимость индекса плотности от влажности окружающей среды, рис. 2.

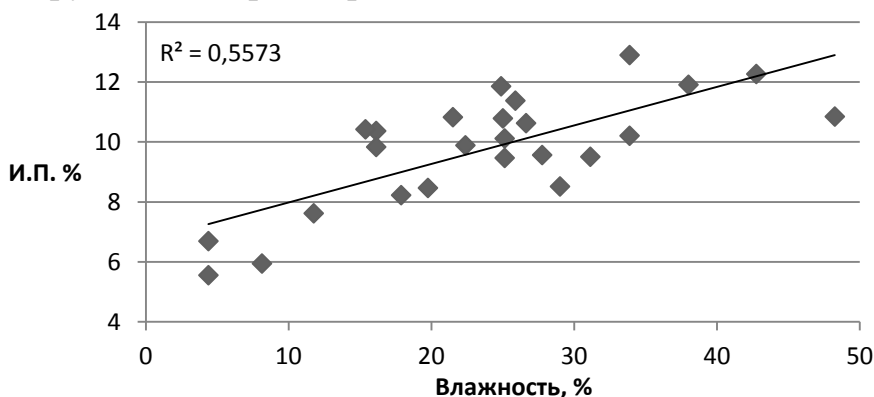


Рис. 2. Зависимость индекса плотности от влажности окружающей среды

Повышение влажности окружающей среды приводит к интенсивному наводороживанию расплава, что влияет на процессы рафинирования и дегазацию расплава, и тем самым, на механические и эксплуатационные свойства сплава.

В данном исследовании предлагается способ определения количества и распределения окисных плен, содержащих водород, на изломах осаженных технологических проб по коэффициенту пораженности (K_d) окисными пленами для оценки «чистоты» отливок сплава АК12. Изготовление

технологических проб для определения окисных плен, в виде отдельных площадок, производилось по методике, предложенной В. И. Добаткиным.

Автором было проведено значительное количество экспериментов по подготовке металла для изготовления технологических проб. В специально изготовленный кокиль были отлиты заготовки для последующей осадки. Далее нагретые заготовки, высотой 95 мм и диаметром 60 мм, осаживали на гидравлическом прессе с плоскими бойками. Время выдержки при нагреве образцов 450°C составляло не менее 2 часов. После осадки заготовок (галет) на гидравлическом прессе усилием 50-150 тс производили излом при помощи клина с углом заострения 45±15. Излом исследовали с помощью стереомикроскопа фирмы Carl Zeiss Stemi 2000-C с увеличением 0,65-5 крат.

Оценку качества металла проводили по результатам расчета отношения площади дефектов S_d (в мм²), обнаруженных в изломах технологических проб, к общей площади исследуемого излома $S_{изл}$ (мм²):

$K_d = S_d / S_{изл}$, где K_d – коэффициент пораженности дефектами.

Расчет производили с использованием программного обеспечения Axio Vision. Обнаружение дефектов в изломе является результатом того, что при осадке слитка они вытягиваются в направлении деформации.

Заготовки технологических проб получены из расплава АК12 с различными шихтовыми материалами до и после рафинирования.

Исследование технологических проб показало, что разрушение заготовок происходит по окисным пленам, располагающимся в сплаве по границам зерен, в виде отдельных площадок. На рисунке 3 представлен излом заготовки из нерафинированного расплава.

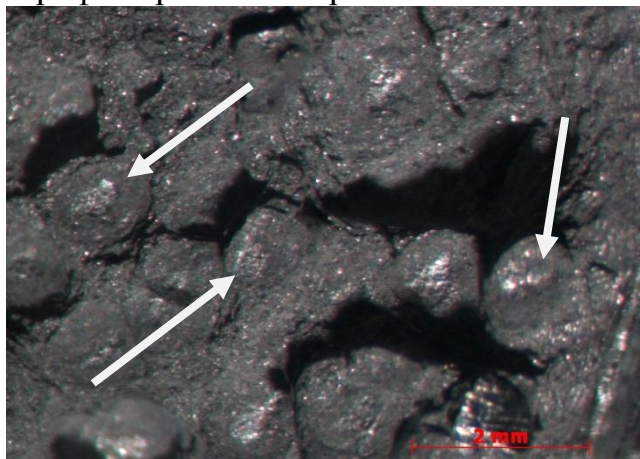


Рис.3. Разрушение металла по окисной плене в виде «площадок», х1,5

На рисунке 4 представлены изломы технологических проб полученных из расплава до и после рафинирования. Оценка пораженности окисными пленами в образце до рафинирования составляет 3,9%, рис. 4а; в образце после рафинирования – 1%, рис. 4б. Таким образом, рафинирование позволяет уменьшить количество неметаллических включений на 70%.

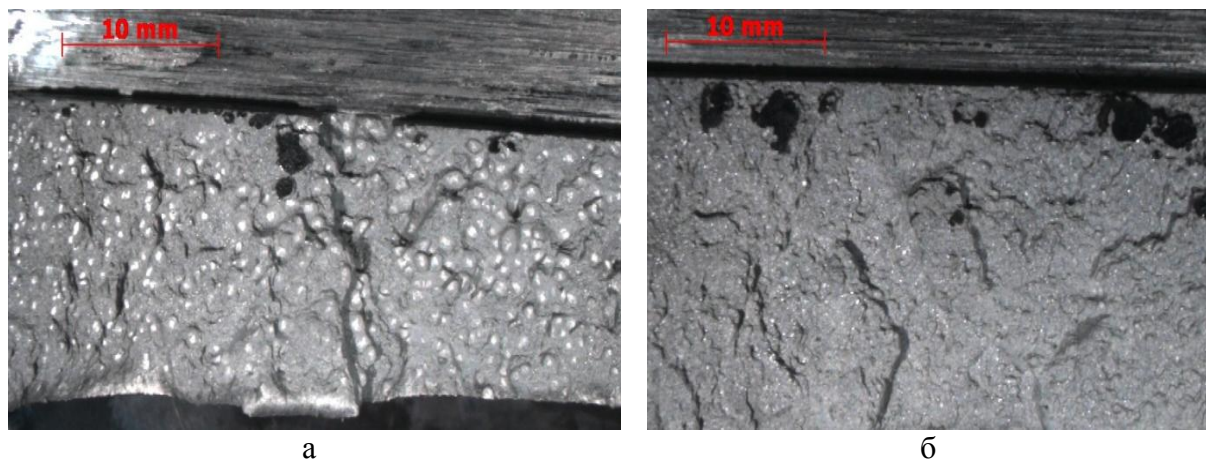


Рис. 4. Изломы технологических проб, а – до рафинирования; б – после рафинирования, $\times 1$

В работе также определяли содержание водорода прямым и косвенным методами из расплава с различными шихтовыми материалами до и после рафинирования. На рисунке 5 показана связь между индексом плотности, содержанием водорода и коэффициентом пораженности. Из анализа экспериментальных данных следует, что чем выше индекс плотности и содержание водорода в расплаве, тем выше коэффициент пораженности окисными пленами отливок.

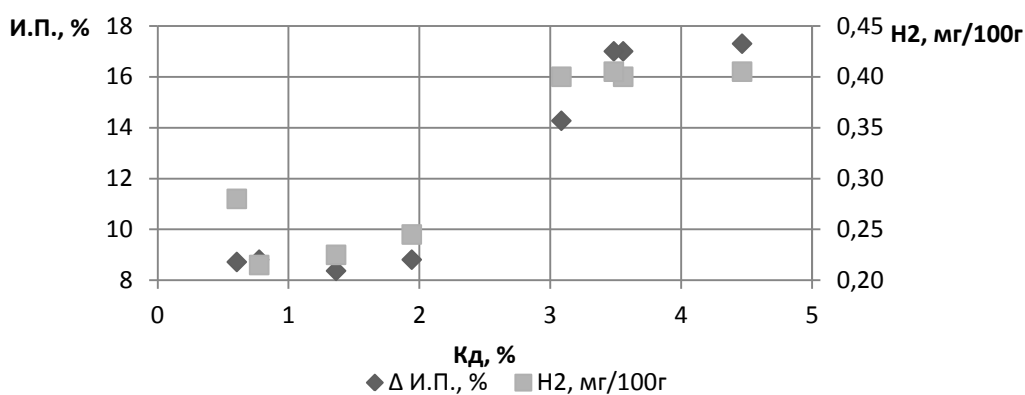


Рис. 5. Распределение индекса плотности, содержания водорода в расплаве и коэффициента пораженности окисными пленами

Таким образом, в работе установлены связи между содержанием водорода, индексом плотности и коэффициентом пораженности окисными пленами, степень оценки которых позволяет определить качество отливок.